

УДК 69.056.55 : 69.057

С.М.ГОРДІЄНКО

Харківська національна академія міського господарства

МОДЕЛЮВАННЯ КАРКАСНИХ СИСТЕМ ЩОДО ЇХ АДАПТАЦІЙ ДО ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

Досліджується графоаналітична модель міжвидового каркаса с.1.020-1/87 щодо адаптації її для житлових будівель з сучасним рівнем комфортності і класом капітальності. Пропонуються шляхи модифікації каркаса, які забезпечують варіантність об'ємно-планувальних і вантажних параметрів житлових будівель різної поверховості.

Застосуванню каркасних індустріалізованих систем у житловому будівництві присвячені розробки провідних інститутів ЦНДІЕП ТБЗ і ТК, ЦНДІПРОМБУД, НДІЗБ, КиївЗНДІЕП та наукові праці цілого ряду фахівців, які розглядали різні аспекти цього питання. Зокрема, над архітектурним аспектом працював К.К.Шевцов [1], над інженерно-конструктивним – В.С.Волга [2], над організаційно-технологічним – Ю.Б.Монфред [3]. Розширення області застосування каркаса с.1.020-1/87 на житлове будівництво започатковано в роботах І.І.Романенко [4].

Певні габаритні, вантажні і силові параметри елементів номенклатури каркаса мають параметри, придатні також і для житлових будівель. Проблема полягає в тому, що, згідно з проектом, каркас с.1.020-1/87 [5] призначений для громадських будівель, виробничих і допоміжних будівель промислових підприємств, тобто не передбачується для застосування у житловому будівництві.

Метою даної статті є пошук способів використання надлишкових габаритних, вантажних і силових параметрів номенклатури каркаса с.1.020-1/87 на основі аналізу моделей каркасу ІБС і доведення можливості поширення області його застосування на житлове будівництво.

Запропонована модель (рис.1) конкретизована відносно узагальненої моделі каркасної системи [6, 7] утворенням з нерозрізних колон, що мають більш за потрібну для житлових будівель висоту і відповідають сучасним житловим будівлям. Це – додаткова умова, яка має визначальне значення стосовно до поширення області застосування каркаса с.1.020-1/87. Вона може бути у двох варіантах – за АКТ-схемою І (рис.1) і АКТ-схемою ІІ (рис.2).

У графічній частині моделі за АКТ-схемою І це враховано поділом всієї колони на окремі частки, а в аналітичній – введенням додаткових об'ємних параметрів: висоти колони – $H_{кол}$, висоти поверху приміщень – $h_{пов}$ і навантаження на додаткову консоль колони – $N_{конс}$.

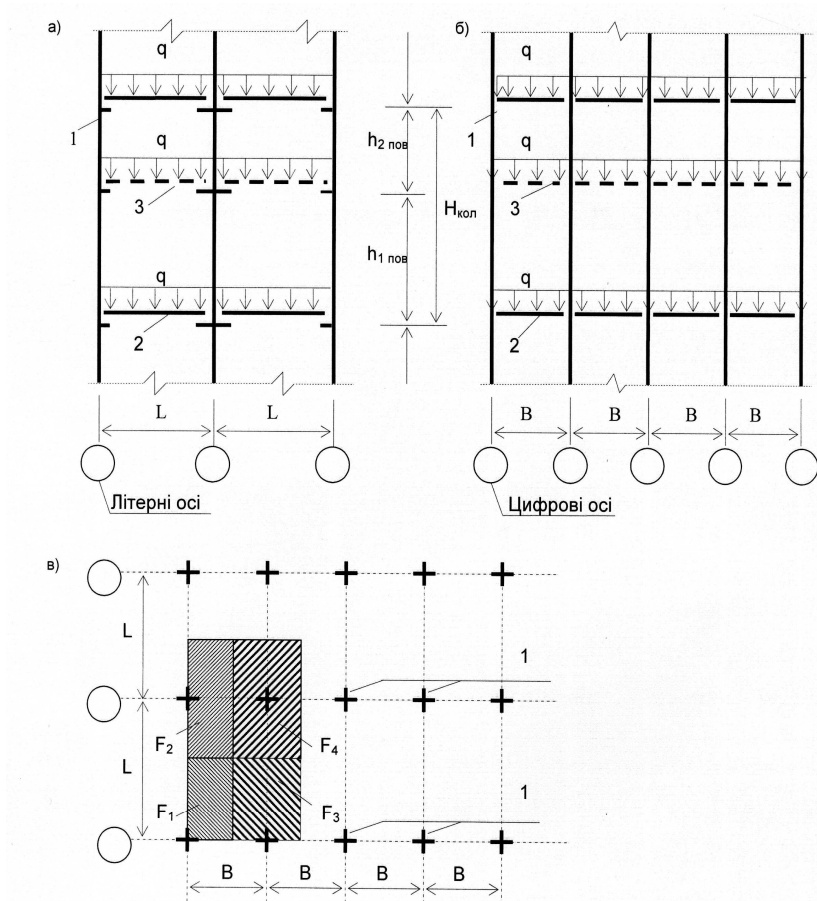


Рис.1 – Модель каркасної ІБС:

АКТ-схема І з додатковими перекриттями по додаткових консолях і типових ригелях:
 а – поперечний розріз каркаса; б – те саме, поздовжній; в – план;
 1 – типова колона; 2 – типові перекриття; 3 – додаткове ригельне перекриття з плити;
 L – проліт; B – крок; $H_{\text{кол}}$ – висота колонни; $h_{\text{пов}}$ – те саме, поверху; F_1, F_2, F_3, F_4 – вантажні площі на колони кутову, торцеву, рядову, середню; q – питома модульне навантаження на вантажні площі, що є розрахунковим рівномірно розподіленим навантаженням на перекриття.

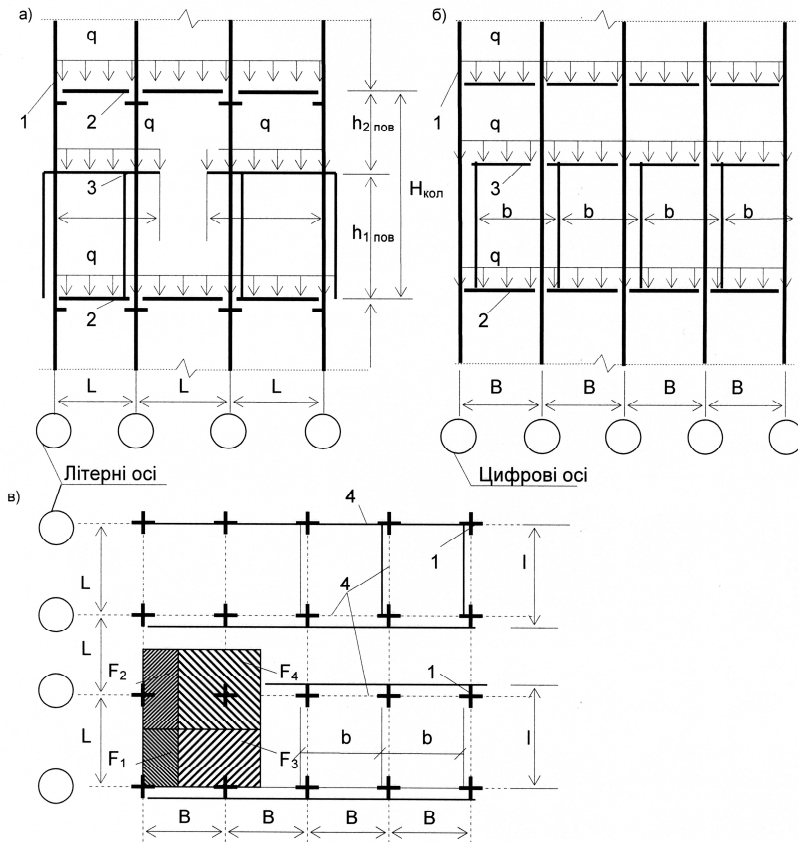


Рис.2 – Модель каркасної ІБС:

АКТ-схема II з додатковими безригельними перекриттями по несуче-навісних стінах: а – поперечний розріз каркаса; б – те саме, поздовжній; в – план; 1 – типова колона; 2 – типове перекриття; 3 – додаткове безригельне перекриття з плит; 4 – несуче-навісні стіни; L – проліт; B – крок; H_{кол} – висота колони; h_{пов} – те саме, поверху; F₁, F₂, F₃, F₄ – вантажні площі на колони кутову, торцеву, рядову, середню; b; l – крок, проліт елементів верхнього поверху.

Згідно зі змінами варіантних параметрів $H_{кол}^{var}$, $h_{пов}^{var}$ і $n_{пов}^{var}$ отримуюмо формулу варіантності моделі за об'ємним параметром

$$n_{пов}^{var} = H_{кол}^{var} / h_{пов}^{var}, \quad (1)$$

де var, пов, кол – індекси, відповідно, варіантний; поверх; колона.

При цьому кожний поверх такої колони має висоту, з якої можна утворити n -поверхову житлову будівлю з поверхами однакової чи відмінної висоти.

$$h_{1\text{ пов}} = h_{2\text{ пов}}, h_{1\text{ пов}} < h_{2\text{ пов}} \text{ або } h_{1\text{ пов}} > h_{2\text{ пов}}, \text{ але } \sum h_{i\text{ пов}} = H_{\text{кол}}. \quad (2)$$

Проектне навантаження на консолі типової колони $N_{\text{конс}}^T$ не перевищує сумарного навантаження на основні і додаткові консолі модифікованої (нової) колони $\sum N_{\text{конс}}^H$

$$N_{\text{конс}}^T \geq \sum N_{\text{конс}}^H. \quad (3)$$

Додаткові параметри моделі знаходяться у взаємозв'язку, вираженому в модульній формі, й відповідають властивостям адитивності або доданковості. Останнє виходить з того, що гнучкість типової колони при її модифікації не збільшується.

При незмінному конструктивному рішенні (і відповідних перерізі, армуванні, класі бетону тощо) гнучкість колони є функцією її висоти і навантаження (рис.3).

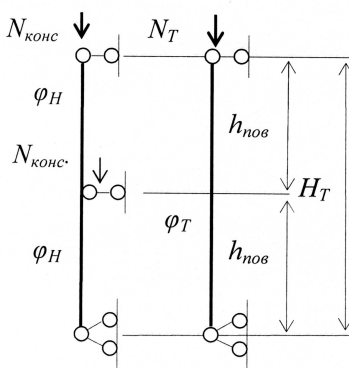


Рис. 3 – Схема доведення чинності принципу адитивності при зміні висоти поверху і збереженні навантажень типової колони:

φ_T ; φ_H – відповідно гнучкість типової колони; те саме, у «нестандартних» умовах роботи; H_T – типова висота суцільної колони; N_T – типове зосереджене навантаження на консоль.

Коефіцієнт гнучкості типової колони $\varphi_T \rightarrow f(H_T, N_T)$, де індекс T – типове рішення. Коли $H_T \rightarrow n h_{\text{нов}}$ при $n \neq 1$, то $H_T > h_{\text{нов}}$; відповідно $N_T/n = N_{\text{конс}}$. Тоді при $\varphi_H \rightarrow f(h_{\text{нов}}, N_{\text{конс}})$, де індекс H – «нестандартне» або нове рішення, виходить, що $\varphi_H < \varphi_T$. Тобто

типова колона каркаса за таких умов матиме меншу гнучкість, а сумарне навантаження від декількох поверхів залишиться незмінним.

Певною вадою такого рішення є надлишковий відсоток армування колони на вищих поверхах. Уникнути цього можна тільки при застосуванні «гнучкого» виробництва, що дозволить провести зміну армування у верхній частині колони.

При типовому рішенні каркаса з прольотом L і кроком B рівномірно розподілене навантаження q на перекриття передається на колону висотою H . Несуча здатність колони є відповідною кількості перекриттів $n_{пер}$ і вантажних площ n_q на цих перекриттях залежно від місця розташування колони у плані –

$$n_{пер} \left(\frac{L}{2} \times \frac{B}{2} \right) = \frac{1}{4} L \cdot B \cdot n_q \quad (4)$$

і по висоті каркаса –

$$n_{пер} = \frac{1}{4} L \cdot B \cdot n_q. \quad (5)$$

Під час роботи з проміжним перекриттям колони з одного поверху можна отримати два. При цьому навантаження N_T на колону від усіх перекриттів становитиме

$$N_T = n_{пер} \cdot q \cdot F, \quad (6)$$

де F – вантажна площа перекриття на колону, m^2 .

Тоді задана несуча здатність Q колони, відповідно до фактичного навантаження на неї, буде

$$Q = \frac{1}{n_{пер}} q F, \quad (7)$$

при $q \rightarrow q_T = n_{нов} q_H$, де q_T, q_H – розрахункове питоме навантаження на перекриття відповідно до типового і нового рішень (обидва беруться з уніфікованого ряду їхніх значень).

Додамо модульний M вираз кроку B і прольоту L і отримаємо, що

$$N = \frac{1}{n_{нов}} q_H \frac{B \cdot L}{4} M^2 \cdot n_q. \quad (8)$$

Звідси вичерпання несучої здатності колони N_T при варіантних параметрах $B^{var}, L^{var}, q^{var}$ і постійному навантаженні N^{const} виходить з виразу

$$\frac{N^{const}}{n_{нов}} = \frac{1}{4} q^{var} (B^{var} \cdot L^{var}) M_G^2 \cdot n_q, \quad (9)$$

де N^{const} – розрахункове вертикальне зосереджене навантаження на колону, кН; $n_{нов}$ – кількість перекриттів, що спираються на колону; q^{var} – рівномірно розподілене нормативне навантаження на перекриття, МПа; B^{var} , L^{var} – відповідно крок і проліт колон каркаса (значущі числа), м; M_G – основний геометричний модуль, що дорівнює 0,1 м; n_q – кількість чвертей вантажної площі планувальної комірки (крок×проліт), що приходяться на одну колону.

Збільшення місцевого навантаження по висоті типової колони від додаткової консолі мусить бути відшкодоване при виготовленні цієї консолі. Можливе або підсилення нижньої частини колони, або послаблення верхньої (за рахунок армування) залишаючи основне розрахункове армування колони типовим. Таким чином, вихідною тут є типова колона, яка модифікується.

Недоданковий фактор, пов'язаний з горизонтальним навантаженням каркаса вітровим напором, у даній моделі не впливає на роботу елементів, оскільки згідно з проектною розрахунковою схемою каркаса горизонтальні навантаження від вітрового тиску сприймаються системою жорстких діафрагм, які залишаються незмінними по всій висоті колони [7].

Отже, в результаті досліджень виходить, що при варіабельному об'ємному параметрі згідно з виразами (1)-(9):

- вантажно-геометричний взаємозв'язок у системі забезпечує існування конструктивних рішень, що дають об'ємно-планувальну варіантність за рахунок конструктивно-функціональної варіантності, тобто є можливість отримувати різні габаритні схеми з однакових конструкцій під різні функціональні потреби;

- загальна варіантність каркасної системи забезпечується також варіабельними параметрами: прольотом l , кроком b , разом прольотом l і кроком b , прольотом l і кроком b разом з навантаженням q .

Додатковим результатом є доповнення Модульної координації розмірів у будівництві (МКРБ) множиною параметрів Узагальненої модульної координації у будівництві (УМКБ) і, зокрема, відповідно укрупнено-дробовим співвідношенням

$$\{L, B, H, q\} \Leftrightarrow M_y (N \pm n) l; b; h, q, \quad (10)$$

де L, B, H, q – уніфіковані габаритні та вантажні параметри схем каркаса с.1.020-1/87; M_y – узагальнений модуль причетне до геометричних і

вантажних параметрів та ін.; N – натуральні числа, що визначають укрупнену складову параметрів; n – те саме, дробову; при $N \gg n$.

У графічній частині моделі за АКТ-схемою II це враховано збереженням типової висоти суцільної колони між консолями з поділом її проміжним перекриттям, опертим на проміжні несуче-начіпні стіни, тобто $H_{\text{конс}} = 2h_{\text{лов}}$, в аналітичній – передбачуваним кратним (подвійним) збільшенням навантаження на ригелі $2q_p$, при цьому навантаження на типову консоль колони буде теж кратне (вдвічі) більшим, що буде еквівалентним подвійному навантаженню на перекриття з уніфікованого ряду.

Використання отриманих результатів дозволяє зберегти типові рішення елементів каркаса і отримати параметри (висоту поверху), придатні для житлових будівель. Відповідно до положень УМКБ вираз (5) поширюється також на доданкові величини вантажних площ і навантажень.

Таким чином, застосування в теоретичній моделі модульного об'ємного параметра h як варіабельного надає можливість розробки і втілення нових об'ємно-композиційних та АКТ-рішень для житлових будівель, а найбільш придатною для цього може бути номенклатура елементів каркаса с.1.020-1/87.

1. Архитектура гражданских и промышленных зданий: В 5 т. Т.4: Общественные здания / Под общ. ред. К.К.Шевцова. – 2-е изд. – М.: Стройиздат, 1983. – 239 с.

2. Архитектурные конструкции гражданских зданий: Большепролетные покрытия; Каркасы; Объемные конструкции... / В.С.Волга и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Будивэльник, 1988. – 240 с.

3. Монфред Ю.Б. Технология изготовления железобетонных изделий для жилищного строительства (кассетный способ) / ЦНИИЭПжилища. – М.: Госстройиздат, 1963. – 190 с.

4. Романенко И.И. Индустриализованные строительные системы: методология заменяемости и модульности. – Харьков: ХНАМГ, 2008. – 438 с.

5. Типовые строительные конструкции, изделия и узлы: Конструкции каркаса межвидового применения для многоэтажных общественных зданий, производственных и вспомогательных зданий промышленных предприятий. Серия 1.020-1/87 / ЦНИИЭП торгово-бытовых зданий и туристических комплексов. – К.: ЦНИИЭП, 1990.

6. Романенко И.И. Теоретическая модель развития сборных архитектурно-строительных систем // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.7. – К.: Техніка, 1997. – С.4-5.

7. Романенко И.И. Теоретическая модель обобщенной модульной координации сборных архитектурно-строительных систем // Науковий вісник будівництва: Зб. наук. праць. Вип.2. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 1998. – С.160-168.

Отримано 17.02.2009